

## Uso do algoritmo Apriori na avaliação da motivação em uma gamificação

Ronaldo Ferreira Lemes<sup>1</sup>, Sergio Antônio Andrade de Freitas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Escola Estadual Presidente Tancredo Neves  
Av. Comendador Alexandrino Garcia, 635 - Uberlândia – MG - Brasil

<sup>2</sup> Faculdade UnB Gama – Universidade de Brasília (UnB)  
Área Especial Industria Proj. A, Gama - Brasília – DF - Brasil  
ronaldoflemes@yahoo.com.br, sergiofreitas@unb.br

**Abstract.** *This paper presents an exploratory research on the use of the Apriori algorithm in the quantification of motivation during the learning process of elementary school students. The data used were obtained through questionnaires and outcomes performed in experiments and observations of gamified contents in a history discipline for students of the 6th grade. The experiment was conducted in three distinct classrooms with control groups and cross tests. Finally, the use of statistical methods together with the Apriori algorithm allowed an analysis of the correlation between motivation and learning in the analyzed groups.*

**Resumo.** *Este artigo apresenta uma pesquisa exploratória do uso do algoritmo Apriori na quantificação da motivação durante o processo aprendizagem de estudantes do ensino fundamental. Os dados utilizados foram obtidos através de questionários e avaliações realizadas em experimentações e observações da aplicação de conteúdos gamificados numa disciplina de história para alunos do 6º ano do ensino fundamental. O experimento foi realizado em três turmas distintas com grupos de controle e testes cruzados. Por fim o uso de métodos estatísticos em conjunto com o algoritmo Apriori permitiram uma análise da correlação entre motivação e aprendizagem nos grupos analisados.*

### 1. Introdução

Apesar de ser uma área relativamente nova, a Gamificação [1] tem sido testada e utilizada em diversas áreas do conhecimento [2]. Na educação não tem sido diferente. Na literatura sobre gamificação e educação encontram-se pesquisas com resultados positivos [3,4,5], bem como resultados que não indicam melhorias [6,7]. Em ambos os casos, identifica-se que os pesquisadores fizeram uma correlação direta entre o uso da gamificação com os objetivos negociais de melhoria pretendidos.

A gamificação atua sobre a motivação/engajamento dos jogadores [8,9,10] e não parece haver uma correlação linear entre usar a gamificação e obter resultados em objetivos negociais tais como: melhorar a produtividade, aprender mais, errar menos, estar mais atento entre outros. A relação entre gamificação e objetivo negocial também parece ser

ortogonal: uma gamificação bem elaborada produz motivação/engajamento [11,8] os quais *podem ter* reflexos no objetivo negocial pretendido [12].

É nesta ótica que este artigo apresenta uma pesquisa exploratória sobre a utilização do algoritmo Apriori [13] na qualificação da motivação [9] de estudantes do 6º ano fundamental imersos em conteúdos gamificados. Foram realizadas experimentações e observações do uso da gamificação em turmas de uma disciplina de história.

O experimento foi realizado em três turmas, considerando grupos de controle e testes cruzados. A metodologia de análise dos dados utilizou modelos estatísticos clássicos em conjunto com o algoritmo Apriori [13]. A contribuição deste trabalho é no aprofundamento do estudo de métodos de avaliação mistos (estatísticos e *data mining*) do uso da gamificação na educação.

O texto está assim estruturado: na seção 2 é apresentado o referencial teórico utilizado, na seção 3 é apresentada a metodologia de projeto e construção da gamificação utilizada em sala de aula, na seção 4 é apresentado o detalhamento do jogo e sua execução, na seção 5 a avaliação do engajamento e da motivação dos alunos a partir do uso do algoritmo Apriori e, por fim, na seção 6 são apresentadas as conclusões e alguns trabalhos futuros.

## 2. Referencial Teórico

Nesta seção são apresentados os dois principais referenciais teóricos utilizados neste artigo: O *framework* Octalysis, proposto por Yu-kai Chou [8], permite a modelagem das oito características básicas que influenciam os jogadores numa gamificação (*Core drivers* ou Motivações básicas) e o algoritmo de mineração de dados Apriori [13] que permite a recuperação de correlações a partir dos dados.

### 2.1. O *framework* Octalysis

O *framework* Octalysis proposto por Yu Kai-Chou [8] apresenta oito motivações básicas que motivam os jogadores atuarem em um jogo, bem como estabelece uma categorização de uma ampla gama de técnicas de jogos (*game techniques*) associada a cada motivação básica. Segundo Chou as motivações básicas dos jogadores, chamadas por ele de *Core Drivers*, são:

1. Significado Épico & Chamado – quando o jogador acredita que está fazendo algo maior, por um bem maior ou que foi "escolhido" para fazer alguma coisa transcendental.
2. Desenvolvimento & Realização – quando o jogador observa seus avanços, progressos, desenvolvimento de habilidades e, eventualmente, a superação de desafios.
3. Empoderamento & *Feedback* – quando o jogador está envolvido num processo criativo onde repetidamente tenta descobrir novos conhecimentos e/ou tentar combinações diferentes sobre o conhecimento já existente.
4. Propriedade & Posse – quando o jogador é motivado porque tem a sensação de posse ou propriedade de alguma “coisa”.

5. Influência Social & Pertencimento – quando o jogador é motivado por elementos sociais que influenciam as pessoas, incluindo: orientação, aceitação, respostas sociais, companheirismo, bem como a competição e a inveja.
6. Escassez & Impaciência – quando o jogador é motivado pelo desejo de algo que não pode ter.
7. Imprevisibilidade & Curiosidade – quando o jogador é motivado por querer descobrir o que vai acontecer a seguir. Se ele não sabe o que vai acontecer, o seu cérebro está envolvido e pensa sobre isso muitas vezes.
8. Perda & Rejeição – quando o jogador é motivado pela prevenção de algo negativo que possa ocorrer.

Para cada uma destas motivações básicas, Chou [8] apresenta e categoriza um conjunto de técnicas de jogo, como por exemplo: Narrativa, Sorte de principiante, Elitismo, Loteria entre outras.

Como resultado, um estudante com um dado perfil: competitivo, colaborativo, ansioso, solidário entre outros, está em sintonia com um conjunto de motivações. Ao se utilizar técnicas que fortaleçam as motivações correspondentes, haverá um forte engajamento do estudante nas atividades do jogo, com a produção de uma sensação de atividades gratificantes e recompensadoras.

## 2.2. O algoritmo Apriori

O algoritmo de mineração de dados Apriori [13] é utilizado na mineração de regras de associação em grandes massas de dados, encontrando todos os conjuntos de itens frequentes. A partir da mineração dos dados, o Apriori identifica todas as regras de associação relevantes entre os itens, do tipo  $X$  (*antecedentes*)  $\Rightarrow Y$  (*consequente*) e considerando [14]:

- $I = \{I_1, I_2, I_3, \dots, I_m\}$  é o conjunto de literais, denominados itens. São as variáveis associadas aos estudantes.
- $T$  é um determinado conjunto de características de um estudante, tal que  $T \subseteq I$ ;
- $D$  é uma tabela com as características e atributos dos estudantes;
- $X, Y$  definem o conjunto de variáveis que caracterizam os estudantes, tal que  $X \subseteq T$  e  $Y \subseteq T$ .

Segundo Romão et al, pode-se dizer que uma regra de associação é uma implicação da forma  $X \Rightarrow Y$ , onde  $X \subset I, Y \subset I$  e  $X.Y = \emptyset$ . A regra  $X \Rightarrow Y$  pertence a  $D$  com confiança  $c$  se  $c\%$  dos registros em  $D$  que contém  $X$  também contém  $Y$ . A regra  $X \Rightarrow Y$  tem suporte  $s$  em  $D$  se  $s\%$  dos registros em  $D$  contém  $X \cup Y$ .

Este trabalho utiliza o Apriori em um volume pequeno de dados e verifica significância das regras de associações obtidas do conjunto de dados coletados (questionários e indicadores). Para validação, foi feita uma análise quantitativa e qualitativa dos dados coletados. Considerando-se o banco de dados contendo informações coletadas sobre os estudantes nas três turmas analisadas, o objetivo foi obter e analisar as associações de dados que vinculassem informações relevantes sobre motivação e aprendizagem.

### 3. A metodologia de construção e execução da gamificação

A partir da revisão da literatura foi idealizada uma pesquisa exploratória num espaço gamificado de uma disciplina de história para alunos do 6º ano fundamental. A base para a construção da gamificação foi a utilização de uma versão simplificada do processo proposto por Morschheuser et al [11]. As quatro fases do modelo simplificado utilizado são:

1. **Identificação do perfil do público alvo**, onde foram analisadas quais características dos jogos seriam mais aderentes ao grupo de estudantes do estudo. No mapeamento do perfil foi utilizado o *framework* Octalysis [8], dando prioridade ao mapeamento das motivações básicas mais aderentes aos estudantes para, logo a seguir, identificar quais técnicas de jogos seriam mais efetivas. Na execução desta fase o professor da disciplina foi capacitado no Octalysis (motivações básicas e respectivas técnicas de jogos). A partir do treinamento, da sua experiência com faixa etária dos estudantes e das reuniões conjuntas com os pesquisadores em gamificação, foi identificado que o público alvo apresentava inclinação para as seguintes motivações básicas: Influência social & Pertencimento, Significado Épico & Chamado e Desenvolvimento & Realização.
2. **Identificação do objeto a ser gamificado** (também conhecido como objetivo negocial). Neste trabalho foi escolhida a melhoria da aprendizagem do estudante. Uma característica marcante do objeto a ser gamificado é que ele não deve ser explicitado para os jogadores durante jogo. Quanto melhor a gamificação, mais transparente este objetivo é para o jogador.
3. **Projeto da gamificação**, nesta fase são selecionadas e planejadas as estruturas motivacionais a serem utilizadas de acordo com o perfil do público alvo identificado. Para cada motivação básica selecionada na fase 1, foram determinadas as técnicas de jogos correspondentes. Na determinação das técnicas a serem utilizadas foram consideradas as restrições na implementação de uma dada técnica (e.g. complexidade, ambiente computacional etc.). Por fim, as técnicas selecionadas foram: Narrativa, *Feedback*, Tabela de classificação, Herói da humanidade, Lanche grátis e Orgulho social.
4. **Cenário para implementação da gamificação**, também conhecido como “o jogo”, nesta fase é escolhida a interface (*frontend*) da gamificação com os jogadores. Tipicamente o *frontend* é um jogo.

O detalhamento da gamificação, do jogo produzido e de sua execução estão descritos na seção 4.

A fim de verificar o quanto a gamificação produziu motivação/engajamento nos estudantes e uma conseqüente aprendizagem, idealizou-se um contexto de aplicação com grupos de controle, testes cruzados e dois conteúdos gamificados:

1. Foram utilizadas três turmas distintas (A, B e C) de um mesmo professor com, respectivamente, 26, 24 e 24 estudantes em cada turma.
2. Foram utilizados dois conteúdos gamificados chamados “Egito Antigo” (EA) e “Grécia Antiga” (GA).

3. Para cada conteúdo ministrado simultaneamente, apenas uma turma teve seu conteúdo gamificado. As outras duas turmas tiveram o mesmo conteúdo, com o mesmo professor, porém de forma não gamificada.
4. Foram feitos testes cruzados entre os dois conteúdos nas turmas.
5. No primeiro momento, a turma B teve o conteúdo “Egito Antigo” gamificado enquanto as turmas A e C tiveram o mesmo conteúdo não gamificado. No segundo momento, a turma C teve o conteúdo “Grécia Antiga” gamificado enquanto as turmas A e B tiveram o mesmo conteúdo não gamificado.
6. Para cada conteúdo (EA e GA) foram coletados dados em três momentos:
  - a. Logo após a aula gamificada, foi apresentado um questionário com informações demográficas e avaliação da percepção do jogo pelos estudantes. Este questionário foi respondido apenas pelos estudantes que tiveram seu conteúdo gamificado.
  - b. Nas avaliações formais realizadas nas três turmas, sobre os mesmos conteúdos e com as mesmas questões. Os resultados destas avaliações foram tabulados e constituem a segunda fonte de dados.
  - c. Finalmente, após as avaliações, todas as turmas responderam a um novo questionário sobre a percepção de dificuldade do estudante na solução das provas. Para as turmas que foram gamificadas, também foi inserida uma pergunta sobre a percepção da contribuição do jogo na solução da prova.
7. Os dados coletados foram analisados através de métodos estatísticos tradicionais e das regras de associação identificadas pelo algoritmo Apriori.

#### **4. A disciplina de história gamificada**

A disciplina de História, ministrada nos primeiros ciclos do ensino fundamental, tem como principal desafio para os alunos: refletir, analisar e problematizar a história enquanto parte integrante da vida de cada aluno, de forma a possibilitá-los uma compreensão sistemática e crítica da realidade. O aluno deve ser orientado pelo professor para que possa compreender o tempo histórico, as transformações e mutações da realidade.

##### **4.1. Objetivo da disciplina**

O objetivo atribuído ao ensino da História tem como papel fundamental o de formar um cidadão que, dentre outras características, seja capaz de compreender a história do país e do mundo como um conjunto de múltiplas memórias e de experiências humanas.

##### **4.2 Metodologia de avaliação**

A avaliação prioriza a produção processual do aluno, seu comprometimento com o percurso coletivo dos estudos. Bem como sua disposição em estabelecer relações entre os conteúdos pesquisados e os temas e questões definidos em sala. A expectativa é que se desenvolvam competências e habilidades por meio dos trabalhos e atividades propostos e, de quebra, amplie-se o repertório cultural e social dos envolvidos. Para tanto, exercícios individuais e coletivos estarão vinculados a pesquisas, seminários, avaliações e experiências de produção, sistematização e síntese de conteúdos históricos.

### **4.3. A espaço gamificado**

Observando as mudanças que a sociedade vem passando e preocupado com os grandes desafios que é a prática de um ensino mais adequada aos novos tempos, a gamificação é mais uma ferramenta de auxílio ao professor na busca de trazer para dentro da sala de aula, novas experiências de aprendizagens para um público cada vez mais digital.

O espaço gamificado foi constituído pelos seguintes elementos: o espaço físico (sala de aula), as fontes de informação (livros, vídeos e internet), os jogadores (estudantes, professor e monitores), a definição da nomenclatura e o jogo. A seguir alguns destes itens são detalhados.

#### **4.3.1 A sala de aula**

A sala de aula é um elemento importante na gamificação. É onde “o jogo será jogado”. Nela os estudantes devem ter facilidade de movimentação, boa acústica e iluminação, bem como estar disponível um quadro com material para escrita. Não são necessários projetores de multimídia ou computadores. São altamente desaconselháveis o acesso à internet e a utilização de *smartphones*.

#### **4.3.2 O jogo**

O jogo foi planejado em duas aulas com duração de cinquenta minutos cada. O elemento central do jogo é o duelo de conhecimento sobre um dado conteúdo entre duas equipes. As equipes são divididas entre meninos e meninas. O vencedor da batalha será a equipe que conseguir responder corretamente o maior número de desafios propostos pelo professor de forma aleatória. Para que os jogadores tenham êxito nas batalhas é necessária uma preparação prévia com estudo nas fontes de informação disponíveis (livros e internet).

O objetivo do jogo é avançar casas num tabuleiro. A equipe que conseguir chegar à casa final do tabuleiro é a vencedora.

#### **4.3.3. A dinâmica do jogo**

Cada aula de 50 minutos é denominada uma batalha, cada batalha é composta por uma série de duelos (disputas) entre as duas equipes. Um duelo consiste em uma disputa de perguntas e respostas feitas às equipes pelo escriba. A marcação da disputa é feita no tabuleiro através do cone de cada equipe.

Após o jogador atirar o dado, o cone será posicionado na casa indicada pela numeração do dado. O escriba escolhe uma carta no monte e lê a pergunta. Cada carta tem uma questão com duas opções de escolha (A e B), juntamente com as instruções de movimento para o grupo em caso de acerto ou erro.

O escriba consulta, na própria carta, a instrução para o posicionamento correto do cone do grupo. Após a utilização a carta selecionada, esta é colocada no final do monte. Quando um jogador cair em uma casa com a marca de um **X**, ele fica parado até a próxima jogada.

Cada grupo alterna o jogador que atira o dado, seguindo uma ordem pré-definida numa lista entregue no início da batalha. A lista foi gerada de forma aleatória. O jogador que se negar a participar do jogo perde a vez e dá o direito ao outro grupo de escolher um aluno para jogar o dado. O jogador que está respondendo a uma questão não pode receber

ajuda do seu grupo. Caso contrário, ele perde o direito de responder e passa a vez para o outro grupo. O grupo que primeiramente posicionar seu cone na última casa do tabuleiro ganha o jogo.

## 5. Análise dos dados e Resultados

A primeira fonte de dados (questionário de percepção do jogo) permitiu avaliar o quanto os estudantes associaram o jogo com motivação e aprendizagem. As sete questões sobre esta percepção são (escala de Likert de cinco valores): QP01 - “Você gostou do jogo?”, QP02 - “Você ficou motivado com o jogo?”, QP03 - “O quanto você aprendeu sobre o assunto?”, QP04 - “O jogo foi mais legal do que as aulas?”, QP05 - “Você gostou de jogar contra outra equipe?”, QP06 - “Você gostou de jogar na mesma equipe com seus/suas amigos(as)?” e “QP07 - Você recomendaria a um amigo(a) jogar este jogo?”.

Foram aplicados dois questionários:

1. Sobre o Egito Antigo aplicado na turma B, com 24 respondentes (n=24) e Alpha de Cronbach [15] igual a 0,69 para o conjunto das sete perguntas sobre a percepção do jogo.
2. Sobre a Grécia Antiga aplicado na turma C, com 23 respondentes (n=23) e Alpha de Cronbach igual a 0,70 para o conjunto das sete perguntas sobre a percepção do jogo.

Da análise dos itens referentes aos conteúdos gamificados:

- Com uma avaliação média de 4,48, os estudantes consideraram fortemente o jogo mais interessante que a aula, com uma distribuição de 4,35% (1), 8,70% (2) e 78,26% (18).
- Com uma avaliação média de 4,60, os estudantes gostaram de jogar o jogo, com uma distribuição de 13,04% (3), 13,04% (3) e 73,91% (17).
- Com uma avaliação média de 4,60, os estudantes gostaram de jogar na mesma equipe dos amigos, com uma distribuição de 8,70% (2), 4,35% (1) e 82,61% (19).
- Com uma avaliação média de 4,52, os estudantes gostaram de jogar contra outra equipe, com uma distribuição de 4,35% (1), 4,35% (1) e 82,61% (19). Com uma avaliação média de 4,17, os estudantes convidariam um amigo para jogar o jogo.
- A sensação de aprendizagem teve uma média menor: 3,86.

Os resultados evidenciaram que a percepção de aprendizagem por parte dos alunos é baixa, ao passo que as percepções relativas às motivações do jogo (competição, colaboração, gosto e recomendação) foram mais altas.

Na sequência foram avaliadas conjuntamente os resultados obtidos nos exames e a percepção da dificuldade e contribuição do jogo nas provas. A Tabela 1 apresenta os resultados para o conteúdo gamificado “Egito Antigo” e a Tabela 2 apresenta os resultados para o conteúdo gamificado “Grécia Antiga”. Nas duas tabelas apresenta os valores medidos nas três turmas (A, B, C): a média de acertos nos exames (0-5), a percepção da dificuldade dos estudantes em cada exame (1-5) e, por fim, a percepção do quanto o jogo contribuiu para a realização das provas (1-5). Para efeitos de estudo, cada turma foi também categorizada de acordo com o sexo do estudante.

**Tabela 1: Médias para o conteúdo gamificado “Egito Antigo”**

	n			Acertos nos exames				Percepção de dificuldade				Contribuição do jogo			
	6ºA	6ºB*	6ºC	6ºA	6ºB*	6ºC	Méd.	6ºA	6ºB*	6ºC	Méd.	6ºA	6ºB*	6ºC	Méd.
Geral	25	25	24	2,200	2,680	3,708	2,863	2,840	2,520	2,125	2,495	-	3,920	-	3,920
Fem	10	11	9	3,000	3,182	3,111	3,098	2,636	2,455	2,222	2,438	-	4,182	-	4,182
Masc	15	14	15	1,667	2,286	4,067	2,673	3,000	2,571	2,067	2,546	-	3,714	-	3,714

**Tabela 2: Médias para o conteúdo gamificado “Grécia Antiga”**

	n			Acertos nos exames				Percepção de dificuldade				Contribuição do jogo			
	6ºA	6ºB	6ºC*	6ºA	6ºB	6ºC*	Méd.	6ºA	6ºB	6ºC*	Méd.	6ºA	6ºB	6ºC*	Méd.
Geral	23	22	23	1,609	1,318	3,000	1,976	2,870	3,000	2,348	2,739	-	-	2,870	2,870
Fem	10	10	9	1,500	1,100	2,778	1,793	2,900	2,800	2,222	2,641	-	-	2,111	2,111
Masc	13	12	14	1,692	1,500	3,143	2,112	2,846	3,167	2,429	2,814	-	-	3,357	3,357

As Tabelas 1 e 2 permitem avaliar a aprendizagem do estudante. Na Tabela 1 observa-se que a turma B (gamificada) teve um desempenho geral (2,68) situado entre os valores das turmas A e C. Na mesma linha, observa-se que a percepção de dificuldade foi também na média das outras duas turmas. Com relação à contribuição do jogo, o valor 3,92 indica que a turma B teve a sensação que o jogo contribuiu positivamente na prova.

Decompondo a Tabela 1, observa-se que as meninas da turma B tiveram uma influência bem maior do jogo do que os meninos. Constata-se que a média das meninas na prova (3,182) foi a melhor de todas as turmas, bem como a alta percepção (4,182) da contribuição do jogo e baixa sensação de dificuldade (2,455) na prova. Observa-se que os meninos da mesma turma não tiveram este desempenho. Os resultados apresentados na Tabela 1 se tornam interessantes quando complementados com a informação dada pelo professor que a turma B vinha tendo o menor desempenho entre as três turmas, até aquele momento.

A Tabela 2 resume os resultados da gamificação do conteúdo “Grécia Antiga” da turma C. Segundo informações do professor, a turma C vinha apresentando o melhor desempenho em relação às outras turmas. Esta informação é consistente com os resultados obtidos na Tabela 1, mesmo não tendo o conteúdo gamificado. Da Tabela 2, observa-se que os exames tiveram um desempenho menor nas três turmas. Entretanto observa-se que a diferença do rendimento entre meninos e meninas na turma C (gamificada) diminui. O que parece ser coerente com o que aconteceu com as meninas da turma B na primeira gamificação. A percepção de dificuldade da turma C também foi a menor, entretanto isto já acontecia de acordo com a Tabela 1. A sensação de contribuição do jogo também foi menor do que a da turma B.

Fato interessante é que foi bem maior entre os meninos do que as meninas. Como a turma C é, na avaliação do professor, a melhor das três turmas, estes dados permitem chegar a outras conclusões. Existem duas constatações interessantes: a turma B voltou a ter indicadores muito baixos (os menores das três turmas) e a relação entre os acertos da turma

C aumentou em relação às outras turmas. Ambos os casos são indícios que a gamificação teve influência nas duas turmas.

Na segunda fase, os dados coletados com o primeiro questionário das duas gamificações foram utilizados como fonte de dados para o algoritmo Apriori (*confidence* = 0.8, *support* = 0.4). Como resultado foram computadas 16 regras de associação que resumem as características da base. Das 16 regras foram filtradas apenas aquelas que possuem antecedentes compostos:

1. {Gostou=5, Convite=5} => {ContraGrupo=5}
2. {ContraGrupo=5, Convite=5} => {Gostou=5}
3. {Gostou=5, JogoXaula=5} => {ContraGrupo=5}
4. {Gostou=5, EmGrupo=5} => {ContraGrupo=5}
5. {JogoXaula=5, EmGrupo=5} => {ContraGrupo=5}
6. {JogoXaula=5, ContraGrupo=5} => {EmGrupo=5}

Das seis regras resultantes, não se constata nenhuma percepção de aprendizagem, o que é consistente com uma boa gamificação que “esconde” o objeto gamificado, já constatado na primeira fase. Na sequência observa-se a predominância da competição (ContraGrupo=5) como consequente, indicando que a competitividade é um elemento motivador na turma. Ao mesmo tempo, a colaboração (EmGrupo=5) surge também como consequência do jogo. O que indica que colaborar também é um elemento motivador. Por fim, o gostar do jogo (Gostou=5) e a preferência do jogo em relação a aula (JogoXaula=5) são elementos com alto impacto na composição da gamificação implementada.

## 5. Conclusões

Os dados coletados foram analisados através de métodos estatísticos tradicionais e das regras de associação identificadas pelo algoritmo Apriori. A análise comparativa dos dois métodos permitiu avaliar a motivação e verificar que apesar da quantidade pequena de dados, o Apriori produziu regras compostas compatíveis com a análise quantitativa e qualitativa dos questionários.

A utilização da gamificação em sala de aula gerou motivação a qual é expressa através dos indicadores de competitividade e colaboração. Estes dois elementos, por sua vez, são derivados de outros elementos tais como “gostar do jogo” e “preferir o jogo à aula”. Estes indicadores emergem das regras de associação identificadas pelo algoritmo Apriori. Observa-se que não existe percepção de aprendizagem por parte do estudante, o que é consistente com uma boa gamificação que o objeto da gamificação transparente para o jogador.

A avaliação da aprendizagem surge de indicadores próprios, tais como provas e a percepção relacionada à dificuldade e contribuição do jogo nos exames. Da composição das duas análises foi possível verificar que a gamificação produz motivação através da competição e colaboração que, por sua vez, produz engajamento. A seu turno, o engajamento melhora o processo de aprendizagem.

## Referências

1. CARREÑO, A. M. et al. **A Literature Review of Gamification Design Frameworks**. 7th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games). Skovde, Sweden: [s.n.]. 2015.
2. VIANNA, Y. et al. **Gamification, Inc. - Como reinventar empresas a partir de jogos**. Rio de Janeiro: MJV Press, 2013.
3. HEW, K. F. et al. Engaging Asian students through game mechanics: Findings from two experiment studies. **Computers & Education**, 92-93, 2016. 221-236.
4. GONZALEZ, C.; AREA, M. **Breaking the Rules: Gamification of Learning and Educational Materials**. Proceedings of the 2nd International Workshop on Interaction Design in Educational Environments. Angers, France: [s.n.]. 2013. p. 47-53.
5. FREITAS, S. A. A. et al. **Gamificação e avaliação do engajamento dos estudantes em uma disciplina técnica de curso de graduação**. XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE). Uberlândia - MG: [s.n.]. 2016. DOI: 10.5753/cbie.sbie.2016.370.
6. HANUS, M. D.; FOX, J. Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. **Computers & Education**, 80, 2015. 152-161.
7. BELLOTTI, F. et al. **A Gamified Short Course for Promoting Entrepreneurship among ICT Engineering Students**. 13th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). Beijing: IEEE. 2013.
8. CHOU, Y.-K. **Actionable Gamification: Beyond Points, Badges, and Leaderboards**. [S.l.]: Leanpub, 2015.
9. DETERDING, S. et al. **From game design elements to gamefulness: defining "gamification"**. Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference. [S.l.]: [s.n.]. 2011. p. 9-15.
10. ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. **Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps**. [S.l.]: O'Reilly Media, 2011.
11. MORSCHEUSER, B. et al. **How to gamify? Development of a method for gamification**. Proceedings of the 50th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). Hawaii, USA: [s.n.]. 2017.
12. KAPP, K. M.; BLAIR, L.; MESCH, R. **The Gamification of Learning and Instruction Fieldbook**. San Francisco - CA: John Wiley & Sons, Inc, 2014.
13. AGRAWAL, R.; SRIKANT, R. **Fast algorithms for mining association rules in large databases**. Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Data Bases. Santiago - Chile: [s.n.]. 1994. p. 487-499.
14. ROMÃO, W. et al. **Extração de regras de associação em C&T: O algoritmo Apriori**. XIX Encontro Nacional em Engenharia de Produção. [S.l.]: [s.n.]. 1999.
15. CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, 16(3), 1951. 297-330.